

# ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE, ITS MANUFACTURING METHOD, AND DISPLAY APPARATUS

Publication number: JP2005093399 (A)

Publication date: 2005-04-07

Inventor(s): YOKOYAMA SEIICHI; HANAWA KOJI

Applicant(s): SONY CORP

Classification:

- international: H05B33/28; H01L51/50; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/14;  
H05B33/22; H05B33/24; H05B33/26; H01L51/50; H05B33/10;  
H05B33/12; H05B33/14; H05B33/22; H05B33/24; (IPC1-  
7): H05B33/28; H05B33/10; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/22;  
H05B33/24

- European:

Application number: JP20030328989 20030919

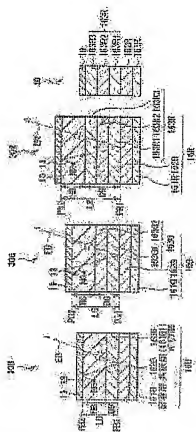
Priority number(s): JP20030328989 20030919

Also published as:

JP4179119 (B2)

## Abstract of JP 2005093399 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a display apparatus compatible in the insurance of display performance and in the insurance of manufacturing capabilities.



Family list

8 application(s) for: JP2005093399 (A)

- 1 **Display device, manufacturing method thereof, organic light emitting device, and manufacturing method thereof**  
Inventor: KOHJI KASHIWABARA MITSUHIRO Applicant: SONY CORP [JP]  
YA [JP]  
EC: IPC: H05B33/24; H05B33/10; H05B33/12; (+5)  
Publication info: CN1868240 (A) — 2006-11-22
- 2 **DISPLAY DEVICE, MANUFACTURING METHOD THEREOF, ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO [JP]; Applicant: SONY CORP [JP]  
YAMADA JIRO [JP] (+2)  
EC: H01L51/52D2; H01L27/32C4; (+1) IPC: H01L27/32; H01L51/52; H05B33/10; (+13)  
Publication info: EP1672962 (A1) — 2006-06-21
- 3 **ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE, ITS MANUFACTURING METHOD, AND DISPLAY APPARATUS**  
Inventor: YOKOYAMA SEIICHI; HANAWA KOJI Applicant: SONY CORP  
EC: IPC: H05B33/28; H01L51/50; H05B33/10; (+17)  
Publication info: JP2005093399 (A) — 2005-04-07  
JP4179119 (B2) — 2008-11-12
- 4 **DISPLAY APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO; Applicant: SONY CORP  
YAMADA JIRO  
EC: IPC: H05B33/24; H01L51/50; H05B33/10; (+14)  
Publication info: JP2005116516 (A) — 2005-04-28
- 5 **DISPLAY DEVICE, MANUFACTURING METHOD THEREOF, ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO [JP]; Applicant: SONY CORP [JP]  
YAMADA JIRO [JP] (+2)  
EC: H01L51/52D2; H01L27/32C4; (+1) IPC: H05B33/22; H01L27/32; H01L51/52; (+11)  
Publication info: KR20060079225 (A) — 2006-07-05
- 6 **Display device, manufacturing method thereof, organic light emitting device, and manufacturing method thereof**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO [JP]; Applicant: SONY CORP [JP]  
YAMADA JIRO [JP] (+2)  
EC: H01L51/52D2; H01L27/32C4; (+1) IPC: H05B33/14; H01L27/32; H01L51/52; (+13)  
Publication info: TW255669 (B) — 2006-05-21
- 7 **Display unit, method of manufacturing same, organic light emitting unit, and method of manufacturing same**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO [JP]; Applicant:  
YAMADA JIRO [JP] (+2)  
EC: H01L51/52D2; H01L27/32C4 IPC: H01L31/113; H01L31/101  
Publication info: US2007102737 (A1) — 2007-05-10
- 8 **DISPLAY DEVICE, MANUFACTURING METHOD THEREOF, ORGANIC LIGHT EMITTING DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF**  
Inventor: KASHIWABARA MITSUHIRO [JP]; Applicant: SONY CORP [JP]; KASHIWABARA  
YAMADA JIRO [JP] (+2) MITSUHIRO [JP] (+3)  
EC: H01L51/52D2; H01L27/32C4; (+1) IPC: H01L27/32; H01L51/52; H05B33/10; (+13)  
Publication info: WO2005039248 (A1) — 2005-04-28

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-93399

(P2005-93399A)

(43) 公開日 平成17年4月7日 (2005.4.7)

<p>(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  <b>H05B 33/28</b>  <b>H05B 33/10</b>  <b>H05B 33/12</b>  <b>H05B 33/14</b>  <b>H05B 33/22</b></p>	<p>F 1  <b>H05B 33/28</b>  <b>H05B 33/10</b>  <b>H05B 33/12</b>  <b>H05B 33/12</b>  <b>H05B 33/14</b></p>	<p>テーマコード (参考)  <b>3K007</b></p>
<p>審査請求 未請求 請求項の数 32 O L (全 33 頁) 最終頁に続く</p>		
<p>(21) 出願番号 特願2003-328989 (P2003-328989)                  (22) 出願日 平成15年9月19日 (2003.9.19)</p>	<p>(71) 出願人 000002185                  ソニー株式会社                  東京都品川区北品川6丁目7番35号                  (74) 代理人 100098785                  弁理士 藤島 洋一郎                  (72) 発明者 横山 誠一                  東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内                  (72) 発明者 花輪 幸治                  東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内                  Fターム (参考) 3K007 AB03 AB18 AB18 CB04 DA06 DB03 FA01</p>	

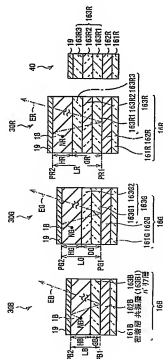
(54) 【発明の名称】 有機発光装置およびその製造方法、ならびに表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することが可能な表示装置を提供する。

【解決手段】 下部電極層 16 R, 16 G, 16 B のうちのバリア層 163 R, 163 G, 163 B の厚さ DR, DG, DB が、3 つの有機発光素子 30 R, 30 G, 30 B 間において互いに異なるようにする (DR > DG > DB)。これらの厚さ DR, DG, DB 間の差異に基づく 3 つの有機発光素子 30 R, 30 G, 30 B 間の共振長の差異に起因した光の干渉現象を利用して、発光層を含む層 18 においた発生した白色光が 3 色の光、すなわち赤色の光 E R、緑色の光 E G および青色の光 E B に変換される。メタルマスクを使用して発光層を含む層 18 を塗り分ける必要がないため、ディスプレイサイズの大形化が可能になると共に、色変換用の高濃度かつ厚めのカラーフィルタのみを利用して白色光を 3 色の光 E R、E G、E B に変換する必要がないため、光の利用効率が高確保される。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基体に設けられた 3 つの有機発光素子を備え、これらの 3 つの有機発光素子が、いずれも前記基体に近い側から順に第 1 の電極層、発光層を含む層および第 2 の電極層が積層された構成を有すると共に、前記発光層において発生した光を互いに異なる 3 色の光に変換して放出する有機発光装置であって、

前記第 1 の電極層は、前記基体に近い側から順に、前記基体との密着性を高めるための密着層と、前記発光層において発生した光を前記第 2 の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有し、

前記バリア層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子間において互いに異なっていることを特徴とする有機発光装置。 10

## 【請求項 2】

前記発光層を含む層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子間において互いに等しくなっていることを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 3】

前記発光層を含む層は、有機層である

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 4】

前記発光層は、前記 3 つの有機発光素子間において互いに等しい色の光を発生させるものである 20

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 5】

前記発光層は、前記第 1 の電極層に近い側から順に、赤色の光を発生させる赤色発光層と、緑色の光を発生させる緑色発光層と、青色の光を発生させる青色発光層とが積層された構成を有している

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 6】

前記バリア層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子から放出される前記 3 色の光に対応して互いに異なっている 30

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 7】

前記バリア層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子が前記発光層において発生した光をそれぞれ赤色の光、緑色の光および青色の光に変換して放出可能となるように設定されている

ことを特徴とする請求項 6 記載の有機発光装置。

## 【請求項 8】

前記バリア層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子から放出される前記赤色の光、前記緑色の光および前記青色の光に対応して順に薄くなっている

ことを特徴とする請求項 7 記載の有機発光装置。 40

## 【請求項 9】

前記バリア層の厚さは、1 nm 以上 100 nm 以下の範囲内である

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 10】

前記バリア層は、インジウム (In)、錫 (Sn)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、ガリウム (Ga) およびアルミニウム (Al) を含む群のうちの少なくとも 1 種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物を含む光透過性材料により構成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の有機発光装置。

## 【請求項 11】

前記バリア層は、酸化インジウム錫（ITO；Indium Tin Oxide）、酸化インジウム亜鉛（IZO；Indium Zinc Oxide）、酸化インジウム（In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）、酸化錫（SnO<sub>2</sub>）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化カドミウム（CdO）、酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）および酸化クロム（CrO<sub>2</sub>）を含む群のうちの少なくとも1種の金属酸化物を含む光透過性材料により構成されている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項12】

前記バリア層は、前記共振層よりも仕事関数が高い材料により構成されている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項13】

前記密着層は、クロム（Cr）、インジウム（In）、錫（Sn）、亜鉛（Zn）、カドミウム（Cd）、チタン（Ti）、アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）およびモリブデン（Mo）を含む群のうちの少なくとも1種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物により構成されている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項14】

前記共振層は、銀（Ag）または銀を含む合金により構成されている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項15】

前記共振層は、銀（Ag）と共に、パラジウム（Pd）、ネオジム（Nd）、サマリウム（Sm）、イットリウム（Y）、セリウム（Ce）、ユウロビウム（Eu）、ガドリニウム（Gd）、テルビウム（Tb）、ジスプロシウム（Dy）、エルビウム（Er）、イッテルビウム（Yb）、スカンジウム（Sc）、ルテニウム（Ru）、銅（Cu）および金（Au）を含む群のうちの少なくとも1種を含む合金により構成されている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項16】

前記基体は、前記3つの有機発光素子が配設される下地領域を平坦化するための平坦化層が設けられており、

前記密着層は、前記平坦化層との密着性を高めるためのものである

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項17】

前記共振層と前記第2の電極層との間の光学的距離Lは、数1の関係を満たしている

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### （数1）

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m$$

（式中、L、λ、Φ、mは、Lが共振層（共振層のうちのバリア層に隣接する第1の端面）と第2の電極層（第2の電極層のうちの発光層を含む層に隣接する第2の端面）との間の光学的距離、λが放出したい光のスペクトルのピーク波長、Φが共振層（第1の端面）および第2の電極層（第2の端面）で生じる反射光の位相シフト、mが整数をそれぞれ表している。）

#### 【請求項18】

前記3つの有機発光素子は、前記発光層において発生した光を前記共振層と前記第2の電極層との間で共振させたのち、前記第1の電極層または前記第2の電極層のいずれか一方を経由して前記3色の光を放出するものである

ことを特徴とする請求項1記載の有機発光装置。

#### 【請求項19】

前記3つの有機発光素子は、前記第1の電極層を経由して前記3色の光を放出するものであり、

前記共振層の厚さは1nm以上50nm以下の範囲内、前記第2の電極層の厚さは100nm以上300nm以下の範囲内である

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 18 記載の有機発光装置。

【請求項 20】

前記 3 つの有機発光素子は、前記第 2 の電極層を経由して前記 3 色の光を放出するものであり、

前記共振層の厚さは 100 nm 以上 300 nm 以下の範囲内、前記第 2 の電極層の厚さは 1 nm 以上 10 nm 以下の範囲内である

ことを特徴とする請求項 18 記載の有機発光装置。

【請求項 21】

基体に設けられた 3 つの有機発光素子を備え、これらの 3 つの有機発光素子が、いずれも前記基体に近い側から順に第 1 の電極層、発光層を含む層および第 2 の電極層が積層された構成を有すると共に、前記発光層において発生した光を互いに異なる 3 色の光に変換して放出する有機発光装置の製造方法であって、

前記基体に近い側から順に、前記基体との密着性を高めるための密着層と、前記発光層において発生した光を前記第 2 の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有するように、前記第 1 の電極層を形成する工程を含み、

前記バリア層の厚さが、前記 3 つの有機発光素子間において互いに異なるようにすることを特徴とする有機発光装置の製造方法。

【請求項 22】

前記第 1 の電極層を形成する工程は、

前記基体を覆うように、前記密着層と、前記共振層と、前記バリア層の一部を構成する第 1 のバリア層部分とをこの順に形成して積層させる工程と、

この第 1 のバリア層部分のうち、前記 3 つの有機発光素子のうちの第 1 の有機発光素子が形成されることとなる第 1 の領域上に、第 1 のマスクをパターン形成する工程と、

この第 1 のマスクおよびその周辺の前記第 1 のバリア層部分を覆うように、前記バリア層の他の一部を構成する第 2 のバリア層部分を形成する工程と、

この第 2 のバリア層部分のうち、前記 3 つの有機発光素子のうちの第 2 の有機発光素子が形成されることとなる第 2 の領域上に、第 2 のマスクをパターン形成する工程と、

この第 2 のマスクおよびその周辺の前記第 2 のバリア層部分を覆うように、前記バリア層のさらに他の一部を構成する第 3 のバリア層部分を形成する工程と、

この第 3 のバリア層部分のうち、前記 3 つの有機発光素子のうちの第 3 の有機発光素子が形成されることとなる第 3 の領域上に、第 3 のマスクをパターン形成する工程と、

前記第 1、第 2 および第 3 のマスクを使用し、前記密着層、前記共振層、ならびに前記第 1、第 2 および第 3 のバリア層部分を連続的にエッチングしてパターニングする工程とを含み、

前記第 1 の電極層のうちの前記バリア層を、前記第 1 の領域において前記第 1 のバリア層部分により形成し、前記第 2 の領域において前記第 1 および第 2 のバリア層部分により形成し、前記第 3 の領域において前記第 1、第 2 および第 3 のバリア層部分により形成する

ことを特徴とする請求項 21 記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項 23】

前記第 1、第 2 および第 3 の有機発光素子において、それぞれ青色の光、緑色の光および赤色の光を放出するようにする

ことを特徴とする請求項 22 記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項 24】

前記第 1 の電極層を形成する工程は、

前記基体を覆うように、前記密着層と、前記共振層と、前記バリア層を構成する第 1、第 2 および第 3 のバリア層部分とをこの順に形成して積層させる工程と、

この第 3 のバリア層部分のうち、前記 3 つの有機発光素子のうちの第 1 の有機発光素子が形成されることとなる第 1 の領域上に、第 1 のマスクをパターン形成する工程と、

10

20

30

40

50

この第1のマスクを使用し、前記第3のバリア層部分をエッチングしてパターンニングすることにより、前記第1の領域に前記第3のバリア層部分を残存させると共に、その第1の領域の周辺領域に前記第2のバリア層部分を露出させる工程と、

前記第2のバリア層部分の露出面のうち、前記3つの有機発光素子のうちの第2の有機発光素子が形成されることとなる第2の領域上に、第2のマスクをパターン形成する工程と、

この第2のマスクと共に前記第1のマスクを使用し、前記第2のバリア層部分をエッチングしてパターンニングすることにより、前記第1および第2の領域に前記第2のバリア層部分を残存させると共に、それらの第1および第2の領域の周辺領域に前記第1のバリア層部分を露出させる工程と、

前記第1のバリア層部分の露出面のうち、前記3つの有機発光素子のうちの第3の有機発光素子が形成されることとなる第3の領域上に、第3のマスクをパターン形成する工程と、

この第3のマスクと共に前記第1および第2のマスクを使用し、前記密着層、前記共振層および前記第1のバリア層部分を連続的にエッチングしてパターンニングすることにより、前記第1、第2および第3の領域に前記第1のバリア層部分を残存させる工程と、を含み、

前記第1の電極層のうちの前記バリア層を、前記第1の領域において前記第1、第2および第3のバリア層部分により形成し、前記第2の領域において前記第1および第2のバリア層部分により形成し、前記第3の領域において前記第1のバリア層部分により形成する

ことを特徴とする請求項2記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項25】

前記第1、第2および第3の有機発光素子において、それぞれ赤色の光、緑色の光および青色の光を放出するようにする

ことを特徴とする請求項24記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項26】

インジウム(In)、錫(Sn)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、ガリウム(Ga)およびアルミニウム(Al)を含む群のうちの少なくとも1種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物を含む光透過性材料を使用して、前記バリア層を形成する

ことを特徴とする請求項21記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項27】

酸化インジウム錫(ITO; Indium Tin Oxide)、酸化インジウム亜鉛(IZO; Indium Zinc Oxide)、酸化インジウム(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、酸化錫(SnO<sub>2</sub>)、酸化亜鉛(ZnO)、酸化カドミウム(CdO)、酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)および酸化クロム(CrO<sub>2</sub>)を含む群のうちの少なくとも1種の金属酸化物を含む光透過性材料を使用して、前記バリア層を形成する

ことを特徴とする請求項21記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項28】

クロム(Cr)、インジウム(In)、錫(Sn)、亜鉛(Zn)、カドミウム(Cd)、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、マグネシウム(Mg)およびモリブデン(Mo)を含む群のうちの少なくとも1種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物を使用して、前記密着層を形成する

ことを特徴とする請求項21記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項29】

銀(Ag)または銀を含む合金を使用して、前記共振層を形成する

ことを特徴とする請求項21記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項30】

銀(Ag)と共に、パラジウム(Pd)、ネオジム(Nd)、サマリウム(Sm)、

10

20

30

40

50

イットリウム (Y)、セリウム (Ce)、ユロピウム (Eu)、ガドリニウム (Gd)、テルビウム (Tb)、ジスプロシウム (Dy)、エルビウム (Er)、イッテルビウム (Yb)、スカンジウム (Sc)、ルテニウム (Ru)、銅 (Cu) および金 (Au) を含む群のうちの少なくとも 1 種を含む合金を使用して、前記共振層を形成する

ことを特徴とする請求項 21 記載の有機発光装置の製造方法。

【請求項 31】

さらに、前記基体に、前記 3 つの有機発光素子が形成されることとなる下地領域を平坦化するための平坦化層を形成する工程を含み、

この平坦化層に、前記密着層を形成する

ことを特徴とする請求項 21 記載の有機発光装置の製造方法。

10

【請求項 32】

基体に 3 つの有機発光素子が設けられた構成を有する有機発光装置を備え、この有機発光装置のうちの前記 3 つの有機発光素子が、いずれも前記基体に近い側から順に第 1 の電極層、発光層を含む層および第 2 の電極層が積層された構成を有すると共に、前記発光層において発生した光を互いに異なる 3 色の光に変換して放出することにより映像を表示する表示装置であって、

前記第 1 の電極層は、前記基体に近い側から順に、前記基体との密着性を高めるための密着層と、前記発光層において発生した光を前記第 2 の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有し、

前記バリア層の厚さは、前記 3 つの有機発光素子間において互いに異なっている

ことを特徴とする表示装置。

20

30

40



## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス（Electro Luminescence；以下、単に「EL」という。）現象を利用して発光する有機発光装置およびその製造方法、ならびに有機発光装置を備えた表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、フラットパネルディスプレイの1つとして、有機EL現象を利用して映像を表示する有機ELディスプレイが注目されている。この有機ELディスプレイは、有機発光素子自体の発光現象を利用しているために視野角が広く、かつ消費電力が低い点において優れている。特に、有機ELディスプレイは、例えば、高精細度の高速ビデオ信号に対して十分な応答性を有するものと考えられており、映像分野等において実用化に向けて開発が進められている。

## 【0003】

有機ELディスプレイは、主に、有機発光素子およびその有機発光素子を駆動させるための駆動素子（TFT；Thin Film Transistor）が設けられた駆動パネルと封止パネルとが対向配置され、これらの駆動パネルと封止パネルとが有機発光素子を挟むように接着層を介して貼り合わされた構成を有している。有機発光素子は、2つの電極層の間に発光層を含む層が挟まれた構成を有しており、この発光層を含む層は、光の発生源としての発光層と共に、その発光層以外の層として正孔輸送層や電子輸送層などを含んで構成されている。この有機ELディスプレイの表示方式としては、例えば、発光層において発生した光を一方の電極層（封止パネルに近い側の電極層）を経由して放出するトップエミッション型と、他方の電極層（駆動パネルに近い側の電極層）を経由して放出するボトムエミッション型とが知られている。

## 【0004】

この有機ELディスプレイにおいて、有機発光素子を利用してフルカラーの映像を表示する機構としては、既にいくつかの機構が技術化されている。具体的には、例えば、光の3原色に対応する3色、すなわち赤色（R；Red）、緑色（G；Green）および青色（B；Blue）の光を別々に発生可能な3種類の発光層を蒸着して塗り分けることにより3つの有機発光素子を形成し、これらの3つの有機発光素子に基づいて3色の画素を構成する表示機構が技術化されている。また、例えば、白色光を発生させる3つの有機発光素子を使用し、色変換用のカラーフィルタを利用して各白色光を3色（R、G、B）の光に変換することにより映像を表示する表示機構が技術化されている。この場合には、カラーフィルタの色変換機能を確認するために、フィルタ濃度を高めにしたり、あるいはフィルタ厚を厚めに設計する必要がある。

## 【0005】

なお、有機ELディスプレイの表示機構に関しては、他の関連技術もいくつか提案されている。具体的には、例えば、有機発光素子から放出される光の放出効率を向上させるために、発光層を含む層のうち、その発光層以外の層の厚さを各色ごとに異ならせる技術が知られている（例えば、特許文献1参照。）。この有機ELディスプレイでは、発光層以外の層の厚さの差異、すなわち光の放出過程における光路長の差異に基づき、光の干渉現象を利用して各色ごとに光の放出効率が向上する。

【特許文献1】特開平2000-323277号公報

## 【0006】

また、例えば、上記した関連技術と同様に光の放出効率を向上させるために、発光層以外の層の厚さを各色ごとに一定にした上で、電極層（透明電極）の厚さを各色ごとに異ならせる技術が知られている（例えば、特許文献2参照。）。この有機ELディスプレイでは、電極層の厚さの差異に基づき、光の干渉現象を利用して各色ごとに光の放出効率が向上する。

【特許文献2】特開2003-142277号公報

10

20

30

40

50

【0007】

また、例えば、電極層（透明電極）を低抵抗化するために、その電極層に金属薄膜（例えば50nm以下の厚さの銀（Ag））を挿入する技術が知られている（例えば、特許文献3参照。）。この有機ELディスプレイでは、金属薄膜の導電特性を利用して、電極層が低抵抗化される。

【特許文献3】特開2002-334792号公報

【0008】

また、例えば、高輝度の白色光を効率よく発生させるために、青色の光を発生させる青色発光層と、緑色の光を発生させる緑色発光層と、赤色の光を発生させる赤色発光層とを積層することにより発光層を構成する技術が知られている（例えば、特許文献4参照。）。この有機ELディスプレイでは、青色発光層、緑色発光層および赤色発光層が積層されることにより構成された発光層の構成的特徴に基づき、白色光が高輝度化すると共に、その白色光の発生効率が向上する。

【特許文献4】特開10-003990号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、有機ELディスプレイの普及を図るためには、例えば、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立する必要がある。しかしながら、上記した従来の有機ELディスプレイでは、主に表示機構や製造手法に起因して、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することが困難であるという問題があった。

【0010】

具体的には、3種類の発光層を蒸着して塗り分けることにより3つの有機発光素子が形成された従来の有機ELディスプレイでは、例えば、各有機発光素子において発生した3色（R；Red，G；Green，B；Blue）の光をそのまま利用することが可能なため、光の利用損失が少ないという表示性能面において利点を有しているが、3種類の発光層を蒸着して塗り分けるためにマスク（例えばメタルマスク）が必要のため、このメタルマスクの大型化が困難な点に起因して、ディスプレイサイズの大型化が困難であるという製造可能性面において欠点を有している。一方、カラーフィルタを使用して白色光を3色（R，G，B）の光に変換する従来の有機ELディスプレイでは、例えば、各発光層が互いに同一の材質であり、メタルマスクを使用した発光層の塗り分けが不要であるため、ディスプレイサイズの大型化を図ることが可能であるという製造可能性面において利点を有しているが、高濃度かつ厚めのカラーフィルタを使用して白色光を3色の光に変換する過程において光が吸収されやすいため、光の利用損失が大きくなるという表示性能面において欠点を有している。

【0011】

なお、従来の有機ELディスプレイに関しては、一連の関連技術として上記したように、主に表示性能面のみに関して改善を図るためにいくつかの提案がなされている現状にあるため、有機ELディスプレイが普及しつつある今日の市場動向を考慮すれば、製造可能性面において未だ改善の余地があると言える。

【0012】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することが可能な有機発光装置を提供することにある。

【0013】

また、本発明の第2の目的は、本発明の有機発光装置を容易かつ安定に製造することが可能な有機発光装置の製造方法を提供することにある。

【0014】

さらに、本発明の第3の目的は、本発明の有機発光装置を備えた表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0015】

本発明に係る有機発光装置は、基体に設けられた3つの有機発光素子を備え、これらの3つの有機発光素子が、いずれも基体に近い側から順に第1の電極層、発光層を含む層および第2の電極層が積層された構成を有すると共に、発光層において発生した光を互いに異なる3色の光に変換して放出するものであり、第1の電極層が、基体に近い側から順に、基体との密着性を高めるための密着層と、発光層において発生した光を第2の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有し、バリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっているものである。

## 【0016】

また、本発明に係る有機発光装置の製造方法は、基体に設けられた3つの有機発光素子を備え、これらの3つの有機発光素子が、いずれも基体に近い側から順に第1の電極層、発光層を含む層および第2の電極層が積層された構成を有すると共に、発光層において発生した光を互いに異なる3色の光に変換して放出する有機発光装置を製造する方法であり、基体に近い側から順に、基体との密着性を高めるための密着層と、発光層において発生した光を第2の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有するように第1の電極層を形成する工程を含み、バリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なるようにしたものである。

## 【0017】

さらに、本発明に係る表示装置は、基体に3つの有機発光素子が設けられた構成を有する有機発光装置を備え、この有機発光装置のうちの3つの有機発光素子が、いずれも基体に近い側から順に第1の電極層、発光層を含む層および第2の電極層が積層された構成を有すると共に、発光層において発生した光を互いに異なる3色の光に変換して放出することにより映像を表示するものであり、第1の電極層が、基体に近い側から順に、基体との密着性を高めるための密着層と、発光層において発生した光を第2の電極層との間で共振させるための共振層と、この共振層を保護するためのバリア層とが積層された構成を有し、バリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっているものである。

## 【0018】

本発明に係る有機発光装置では、第1の電極層を構成するバリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっているため、例えば、発光層において、3つの有機発光素子間において互いに等しい色の光を発生させるようにすれば、バリア層の厚さの差異に基づく3つの有機発光素子間の共振長の差異に起因した光の干渉現象を利用して、発光層においた発生した光を映像表示用の3色の光（赤色の光、緑色の光および青色の光）に変換することが可能である。

## 【0019】

また、本発明に係る有機発光装置の製造方法では、バリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっているような特徴的な構成を有する第1の電極層を継続的に再現性よく形成するために、既存の薄膜プロセスしか使用せず、新規かつ煩雑な製造プロセスを使用しない。

## 【0020】

さらに、本発明に係る表示装置では、本発明の有機発光装置を備えているため、表示装置を製造する上でメタルマスクを使用して発光層を塗り分ける必要がないと共に、発光層において発生した光をカラーフィルタで色変換する必要がない。これにより、ディスプレイサイズの大型化を図ることが可能になると共に、光の利用効率を確保することが可能になる。

## 【発明の効果】

## 【0021】

本発明に係る有機発光装置によれば、第1の電極層を構成するバリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっている構成の特徴に基づき、発光層においた発生した光を映像表示用の3色の光（赤色の光、緑色の光および青色の光）に変換することが可

10

20

30

40

50

能になるため、この有機発光装置を利用して、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することが可能な表示装置を構成することができる。

#### 【0022】

また、本発明に係る有機発光装置の製造方法によれば、既存の薄膜プロセスのみを使用して、バリア層の厚さが3つの有機発光素子間において互いに異なっている有機発光装置を製造することが可能なため、有機発光装置を容易かつ安定に製造することができる。

#### 【0023】

さらに、本発明に係る表示装置によれば、本発明の有機発光装置を備え、ディスプレイサイズの大形化を図ることが可能になると共に光の利用効率を確保することが可能になるため、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0025】

##### 【第1の実施の形態】

まず、図1を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る表示装置としての有機ELディスプレイの構成について説明する。図1は、有機ELディスプレイの断面構成を表している。

#### 【0026】

この有機ELディスプレイは、有機EL現象を利用して映像を表示するものであり、例えば、図1に示したように、有機発光素子30およびその有機発光素子30を駆動させるための駆動素子(TFT; Thin Film Transistor)12が設けられた有機発光表示装置としての駆動パネル10と封止パネル50とが対向配置され、これらの駆動パネル10と封止パネル50とが有機発光素子30を挟むように接着層60を介して貼り合わされた構成を有している。この有機ELディスプレイは、例えば、有機発光素子30において発生した光Eを上方、すなわち封止パネル50から外部に放出するトップエミッション型構造を有している。

20

#### 【0027】

駆動パネル10は、基体としての駆動用基板11に、上記した有機発光素子30として3つの有機発光素子30R、30G、30Bが設けられた構成を有している。この駆動パネル10は、具体的には、例えば、駆動用基板11の一面に、TFT12として3つのTFT121、122、123と、層間絶縁層13と、各TFT121~123ごとに2組ずつ設けられた配線14と、有機発光素子30R、30G、30Bが配設される下地領域としての平坦化層15と、上記した有機発光素子30R、30G、30B、補助配線40および層間絶縁層17と、保護層20とがこの順に積層された構成を有している。

30

#### 【0028】

駆動用基板11は、有機発光素子30およびTFT12を支持するためのものであり、例えば、ガラスなどの絶縁性材料により構成されている。

#### 【0029】

TFT12(121、122、123)は、有機発光素子30(30R、30G、30B)を駆動させて発光させるためのものである。このTFT12は図示しないゲート電極、ソース電極およびドレイン電極を含んで構成されており、そのゲート電極は走査回路(図示せず)に接続され、ソース電極およびドレイン電極はいずれも層間絶縁層13に設けられた接続孔(図示せず)を通じて配線14に接続されている。なお、TFT12の構成は特に限定されず、例えば、ボトムゲート型であってもよいし、あるいはトップゲート型であってもよい。

40

#### 【0030】

層間絶縁層13は、各TFT121~123間を電気的に分離するためのものであり、例えば、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)やPSG(Phospho-Silicate Glass)などの絶縁性材料により構成されている。

50

## 【0031】

配線 14 は、信号線として機能するものであり、例えば、アルミニウム (Al) またはアルミニウム銅合金 (AlCu) などの導電性材料により構成されている。

## 【0032】

平坦化層 15 は、有機発光素子 30 が配設される下地領域を平坦化し、その有機発光素子 30 を構成する一連の層を高精度に形成するためのものであり、例えば、ポリイミドまたはポリベンゾオキサゾールなどの有機絶縁性材料や、酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) などの無機絶縁性材料により構成されている。

## 【0033】

有機発光素子 30 (30R, 30G, 30B) は映像表示用の光 E を放出するものであり、具体的には、後述する発光層を含む層 18 において発生した所定の色 (波長) の光を光の 3 原色に対応する 3 色 (R: Red, G: Green, B: Blue) の光に変換して放出するものである。有機発光素子 30R は、赤色の光 ER を放出するものであり、駆動用基板 11 に近い側から順に、第 1 の電極層としての下部電極層 16R と、発光層を含む層 18 と、第 2 の電極層としての上部電極層 19 とが積層された構成を有している。有機発光素子 30G は、緑色の光 EG を放出するものであり、駆動用基板 11 に近い側から順に、第 1 の電極層としての下部電極層 16G と、発光層を含む層 18 と、上部電極層 19 とが積層された構成を有している。有機発光素子 30B は、青色の光 EB を放出するものであり、駆動用基板 11 に近い側から順に、第 1 の電極層としての下部電極層 16B と、発光層を含む層 18 と、上部電極層 19 とが積層された構成を有している。これらの有機発光素子 30R, 30G, 30B は、例えば、各 TFT 121 ~ 123 にそれぞれ対応して配置されており、下部電極層 16R, 16G, 16B は、いずれも平坦化層 15 に設けられた接続孔 (図示せず) を通じて各 TFT 121 ~ 123 ごとに設けられた配線 14 に接続されている。なお、有機発光素子 30R, 30G, 30B の詳細な構成に関しては後述する (図 2 および図 3 参照)。

## 【0034】

補助配線 40 は、図示しない電源と上部電極層 19 との間の抵抗の差異を緩和することにより有機発光素子 30 の抵抗差を低減させるためのものであり、その上部電極層 19 と電氣的に接続されている。この補助配線 40 は、有機発光素子 30R, 30G, 30B と同一層層に配設されており、例えば、その有機発光素子 30R とほぼ同様の積層構成を有している。なお、補助配線 40 の詳細な構成に関しては後述する (図 2 参照)。

## 【0035】

層内絶縁層 17 は、有機発光素子 30R, 30G, 30B および補助配線 40 間を電氣的に分離すると共に、各有機発光素子 30R, 30G, 30B から放出される光 E (ER, EG, EB) の放出範囲を規定するためのものであり、有機発光素子 30R, 30G, 30B および補助配線 40 の周囲に配設されている。この層内絶縁層 17 は、例えば、ポリイミドまたはポリベンゾオキサゾールなどの有機絶縁性材料や酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) などの無機絶縁性材料により構成されており、その厚さは約 600 nm である。

## 【0036】

保護層 20 は、有機発光素子 30 を保護するためのものであり、例えば、酸化シリコン ( $\text{SiO}_2$ ) や窒化シリコン ( $\text{SiN}$ ) などの光透過性の誘電材料により構成されたパッシベーション膜である。

## 【0037】

封止パネル 50 は、封止用基板 51 の一面にカラーフィルタ 52 が設けられた構成を有している。

## 【0038】

封止用基板 51 は、カラーフィルタ 52 を支持すると共に、有機発光素子 30R, 30G, 30B から放出された光 ER, EG, EB を透過して外部に放出可能とするためのものであり、例えば、ガラスなどの絶縁性材料により構成されている。

## 【0039】

10

20

30

40

カラーフィルタ 52 は、有機発光素子 30R, 30G, 30B からそれぞれ放出された光 ER, EG, EB を有機 EL ディスプレイの外部へ導くと共に、その有機 EL ディスプレイの内部へ外光が侵入して有機発光素子 30 や補助配線 40 において反射した際に、その反射光を吸収することによりコントラストを確保するためのものである。このカラーフィルタ 52 は、各有機発光素子 30R, 30G, 30B に対応して配置された 3 つの領域、すなわち赤色領域 52R、緑色領域 52G および青色領域 52B を含んで構成されており、これらの赤色領域 52R、緑色領域 52G および青色領域 52B は、例えば、それぞれ赤色、緑色および青色の顔料が混入された樹脂により構成されている。

【0040】

接着層 60 は、駆動パネル 10 と封止パネル 50 とを貼り合わせるためのものであり、  
例えば、熱硬化型樹脂などの接着性材料により構成されている。

【0041】

なお、図 1 では、図示を簡略化するために 3 つの TFT12 (TFT121~123) および 1 組の有機発光素子 30 (3 つの有機発光素子 30R, 30G, 30B) のみしか示していないが、実際には駆動用基板 11 に複数の TFT12 がマトリクス状に設けられており、これらの複数の TFT12 に対応して複数の有機発光素子 30 が配置されている。

【0042】

次に、図 1 および図 2 を参照して、有機発光素子 30R, 30G, 30B および補助配線 40 の詳細な構成について説明する。図 2 は、有機発光素子 30R, 30G, 30B および補助配線 40 の断面構成を拡大して模式的に表している。

【0043】

有機発光素子 30R, 30G, 30B は、例えば、図 2 に示したように、互いに異なる総厚を有する積層構成を有している。

【0044】

第 1 の有機発光素子としての有機発光素子 30B は、上記したように、駆動用基板 11 に近い側から順に、下部電極層 16B と、発光層を含む層 18 と、上部電極層 19 とが積層された構成を有している。この下部電極層 16B は、駆動用基板 11 に近い側から順に、駆動用基板 11、より具体的には駆動用基板 11 の一面に設けられた平坦化層 15 との密着性を高めるための密着層 161B と、発光層を含む層 18 において発生した光を上部電極層 19 との間で共振させるための共振層 162B と、この共振層 162B を保護するためのバリア層 163B とが積層された構成を有している。特に、バリア層 163B は、単層構造 (バリア層 163B1) を有している。この有機発光素子 30B は、上記したように、発光層を含む層 18 において発生した光を共振層 162B と上部電極層 19 との間で共振させる共振構造 (一種の狭帯域フィルタ) を有しており、共振層 162B と上部電極層 19 との間の光学的距離  $L(LB)$  は、例えば、下記の数 2 の関係を満たしている。特に、有機発光素子 30B は、発光層を含む層 18 において発生した光を青色の光 EB に変換するものであり、より具体的には、例えば、トップエミッション型の有機 EL ディスプレイでは、共振層 162B と上部電極層 19 との間で共振させた光 EB を上部電極層 19 を経由して放出するものである。

【0045】

(数 2)

$$(2LB) / \lambda + \Phi / (2\pi) = mB$$

(式中、LB,  $\lambda$ ,  $\Phi$ ,  $mB$  は、LB が共振層 162B (共振層 162B のうちのバリア層 163B に隣接する第 1 の端面としての端面 PB1) と上部電極層 19 (上部電極層 19 のうちの発光層を含む層 18 に隣接する第 2 の端面としての端面 PB2) との間の光学的距離、 $\lambda$  が放出したい光のスペクトルのピーク波長、 $\Phi$  が共振層 162B (端面 PB1) および上部電極層 19 (端面 PB2) で生じる反射光の位相シフト、 $mB$  が 0 または整数 (例えば  $mB = 0$ ) をそれぞれ表している。)

【0046】

10

20

30

40

50

密着層 161B は、例えば、クロム (Cr)、インジウム (In)、錫 (Sn)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、チタン (Ti)、アルミニウム (Al)、マグネシウム (Mg) およびモリブデン (Mo) を含む群のうちの少なくとも 1 種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物などにより構成されており、その厚さは約 1 nm ~ 300 nm である。これらの「合金」、「金属酸化物」および「金属窒化物」としては、例えば、合金としてインジウム錫合金 (InSn)、インジウム亜鉛合金 (InZn)、アルミニウムネオジム合金 (AlNd) およびアルミニウム銅合金ケイ素化物 (AlCuSi)、金属酸化物として酸化インジウム錫 (ITO; Indium Tin Oxide) や酸化インジウム亜鉛 (IZO; Indium Zinc Oxide)、金属窒化物として窒化チタン (TiN) などが挙げられる。特に、密着層 161B は、例えば、密着性及び導電性に優れた ITO や IZO により構成されているのが好ましい。この密着層 161B の厚さは、例えば、上記したように導電性に優れた ITO や IZO により構成されている場合には、約 1 nm ~ 300 nm が好ましく、さらに ITO の表面平坦性を考慮すれば約 3 nm ~ 50 nm がより好ましく、一方、ITO や IZO よりも導電性が劣る酸化クロム ( $Cr_2O_3$ ) により構成されている場合には、配線 14 と下部電極層 16B との間の接続抵抗が大きくなりすぎること防止する上で約 1 nm ~ 20 nm が好ましい。

#### 【0047】

共振層 162B は、発光層を含む層 18 において発生した光を上部電極層 19 との間で共振させるための反射層として機能するものであり、例えば、銀 (Ag) または銀を含む合金により構成されている。この銀を含む合金としては、例えば、銀と共に、パラジウム (Pd)、ネオジム (Nd)、サマリウム (Sm)、イットリウム (Y)、セリウム (Ce)、ユロビウム (Eu)、ガドリウム (Gd)、テルビウム (Tb)、ジスプロシウム (Dy)、エルビウム (Er)、イッテルビウム (Yb)、スカンジウム (Sc)、ルテニウム (Ru)、銅 (Cu) および金 (Au) を含む群のうちの少なくとも 1 種を含む合金、具体的には銀パラジウム銅合金 (AgPdCu) などが挙げられる。この共振層 162B の厚さは、例えば、トップエミッション型の有機 EL ディスプレイでは上部電極層 19 の厚さよりも厚くなっており、約 100 nm ~ 300 nm である。

#### 【0048】

バリア層 163B (163B1) は、例えば、共振層 162B よりも仕事関数が高い材料により構成されており、その厚さは約 1 nm ~ 100 nm である。具体的には、バリア層 163B は、例えば、インジウム (In)、錫 (Sn)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、ガリウム (Ga) およびアルミニウム (Al) を含む群のうちの少なくとも 1 種の金属、その金属の合金、その金属酸化物、またはその金属窒化物を含む光透過性材料により構成されている。これらの「合金」、「金属酸化物」および「金属窒化物」としては、例えば、合金としてインジウム錫合金やインジウム亜鉛合金、金属酸化物として ITO、IZO、酸化インジウム ( $In_2O_3$ )、酸化錫 ( $SnO_2$ )、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化カドミウム (CdO)、酸化チタン ( $TiO_2$ ) および酸化クロム ( $CrO_2$ )、金属窒化物として窒化チタンや窒化クロム ( $CrN$ ) などが挙げられる。

#### 【0049】

第 2 の有機発光素子としての有機発光素子 30G は、バリア層 163G の構成が異なる点を除き、有機発光素子 30B とほぼ同様の構成を有している。すなわち、有機発光素子 30G は、上記したように、駆動用基板 11 に近い側から順に、下部電極層 16G と、発光層を含む層 18 と、上部電極層 19 とが積層された構成を有しており、この下部電極層 16G は、駆動用基板 11 に近い側から順に、密着層 161G と、共振層 162G と、バリア層 163G とが積層された構成を有している。特に、バリア層 163G は、例えば、バリア層 163B1 と同様の厚さを有する下部バリア層 163G1 と、上部バリア層 163G2 とがこの順に積層された 2 層構造を有している。これらの下部バリア層 163G1 および上部バリア層 163G2 は、例えば、互いに同一の材質であってもよいし、互いに異なる材質であってもよい。この有機発光素子 30G は、有機発光素子 30B と同様に、

10

20

30

40

50

発光層を含む層 18 において発生した光を共振層 162G と上部電極層 19 との間で共振させる共振構造を有しており、共振層 162G と上部電極層 19 との間の光学的距離 L (LG) は、例えば、下記の数 3 の関係を満たしている。特に、有機発光素子 30G は、発光層を含む層 18 において発生した光を緑色の光 EG に変換するものであり、より具体的には、例えば、トップエミッション型の有機 EL ディスプレイでは、共振層 162G と上部電極層 19 との間で共振させた光 EG を上部電極層 19 を経由して放出するものである。

【0050】

(数 3)

$$(2LG) / \lambda + \Phi / (2\pi) = mG$$

10

(式中、LG、Φ、mG は、LG が共振層 162G (共振層 162G のうちのバリア層 163G に隣接する第 1 の端面としての端面 PG1) と上部電極層 19 (上部電極層 19 のうちの発光層を含む層 18 に隣接する第 2 の端面としての端面 PG2) との間の光学的距離、Φ が共振層 162G (端面 PG1) および上部電極層 19 (端面 PG2) で生じる反射光の位相シフト、mG が 0 または整数 (例えば mG = 0) をそれぞれ表している。)

【0051】

第 3 の有機発光素子としての有機発光素子 30R は、バリア層 163R の構成が異なる点を除き、有機発光素子 30B とほぼ同様の構成を有している。すなわち、有機発光素子 30R は、上記したように、駆動用基板 11 に近い側から順に、下部電極層 16R と、発光層を含む層 18 と、上部電極層 19 とが積層された構成を有しており、この下部電極層 16R は、駆動用基板 11 に近い側から順に、密着層 161R と、共振層 162R と、バリア層 163R とが積層された 3 層構成を有している。特に、バリア層 163R は、例えば、バリア層 163B1 と同様の厚さを有する下部バリア層 163R1 と、下部バリア層 163G1 と同様の厚さを有する中間バリア層 163R2 と、上部バリア層 163R3 とがこの順に積層された 3 層構造を有している。これらの下部バリア層 163R1、中間バリア層 163R2 および上部バリア層 163R3 は、例えば、互いに同一の材質であってもよいし、互いに異なる材質であってもよい。この有機発光素子 30R は、有機発光素子 30B と同様に、発光層を含む層 18 において発生した光を共振層 162R と上部電極層 19 との間で共振させる共振構造を有しており、共振層 162R と上部電極層 19 との間の光学的距離 L (LR) は、例えば、下記の数 4 の関係を満たしている。特に、有機発光素子 30R は、発光層を含む層 18 において発生した光を緑色の光 ER に変換するものであり、より具体的には、例えば、トップエミッション型の有機 EL ディスプレイでは、共振層 162R と上部電極層 19 との間で共振させた光 ER を上部電極層 19 を経由して放出するものである。

20

30

【0052】

(数 4)

$$(2LR) / \lambda + \Phi / (2\pi) = mR$$

(式中、LR、Φ、mR は、LR が共振層 162R (共振層 162R のうちのバリア層 163R に隣接する第 1 の端面としての端面 PR1) と上部電極層 19 (上部電極層 19 のうちの発光層を含む層 18 に隣接する第 2 の端面としての端面 PR2) との間の光学的距離、Φ が共振層 162R (端面 PR1) および上部電極層 19 (端面 PR2) で生じる反射光の位相シフト、mR が 0 または整数 (例えば mR = 0) をそれぞれ表している。)

40

【0053】

なお、有機発光素子 30G を構成する密着層 161G、共振層 162G およびバリア層 163G (下部バリア層 163G1、上部バリア層 163G2)、ならびに有機発光素子 30R を構成する密着層 161R、共振層 162R およびバリア層 163R (下部バリア層 163R1、中間バリア層 163R2、上部バリア層 163R3) の機能や材質等は、有機発光素子 30B を構成する密着層 161B、共振層 162B およびバリア層 163B (163B1) とそれぞれ同様である。

【0054】

50



確認までに、図2では、有機発光素子30R、30G、30B間の構成の差異を見やすくするために、発光層を含む層18および上部電極層19の双方を各有機発光素子30R、30G、30Bごとに分離して示しているが、実際には、例えば、図1および図2に示したように、発光層を含む層18は、有機発光素子30Rのうちの下部電極層16R（バリア層163R）上、有機発光素子30Gのうちの下部電極層16G（上部バリア層163G）上、ならびに有機発光素子30Bのうちの下部電極層16B（上部バリア層163B）上の全てを經由するように連続的に延在しており、上部電極層19は、発光層を含む層18を覆うように連続的に延在しており、すなわち発光層を含む層18および上部電極層19の双方は、いずれも各有機発光素子30R、30G、30Bにより共有されている。なお、発光層を含む層18の詳細な構成に関しては後述する（図3参照）。

10

#### 【0055】

上部電極層19は、例えば、銀（Ag）、アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ナトリウム（Na）を含む群のうちの少なくとも1種の金属、またはその金属を含む合金などにより構成されている。この「金属を含む合金」としては、例えば、マグネシウム銀合金（MgAg）などが挙げられる。この上部電極層19の厚さは、例えば、トップエミッション型の有機ELディスプレイでは共振層162R、162G、162Bの厚さよりも薄くなっており、約1nm～10nmである。特に、上部電極層19は、上記したように有機発光素子30R、30G、30Bが共振構造を有している点に基づき、発光層を含む層18において発生した光を共振層162R、162G、162Bとの間で共振させるために反射させると共に必要に応じて共振後の光ER、EG、EBを外部に放出させるために透過させる半透過反射層として機能するものである。

20

#### 【0056】

図2に示したように、発光層を含む層18の厚さHR、HG、HBは、3つの有機発光素子30R、30G、30B間において互いに等しくなっている（HR=HG=HB）。この発光層を含む層18は、3つの有機発光素子30R、30G、30B間において互いに等しい色（波長）の光を発生させるものである。

#### 【0057】

特に、バリア層163R、163G、163Bの厚さDR、DG、DBは、3つの有機発光素子30R、30G、30B間において互いに異なっており、具体的には、3つの有機発光素子30R、30G、30Bから放出される3色の光ER、EG、EBに対応して互いに異なっている。すなわち、厚さDR、DG、DBは、3つの有機発光素子30R、30G、30Bが発光層を含む層18において発生した光をそれぞれ赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBに変換して放出可能となるように設定されており、具体的には、3つの有機発光素子30R、30G、30Bから放出される赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBに対応して順に薄くなっている（DR>DG>DB）。上記した「発光層を含む層18において発生した光を赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBに変換して放出する」とは、図2に示したように、発光層を含む層18中の点NR、NG、NBにおいて発生した光が共振層162R、162G、162Bと上部電極層19との間で共振したのちにその上部電極層19を經由して放出される過程において、3つの有機発光素子30R、30G、30B間の共振長が互いに異なることに起因する光の干渉現象を利用して、NR、NG、NBにおいて発生した際に互いに同一の波長を有していた光の波長を放出時に各有機発光素子30R、30G、30Bごとに異ならせ、すなわち有機発光素子30Rにおいて赤色に対応する波長、有機発光素子30Gにおいて緑色に対応する波長、ならびに有機発光素子30Bにおいて青色に対応する波長にそれぞれシフトさせることにより、最終的に赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBを生成するという意味である。

40

#### 【0058】

補助配線40は、例えば、図2に示したように、発光層を含む層18を含んでいない点を除き、有機発光素子30R、30G、30Bのうちの最も総厚が大きい素子、すなわち有機発光素子30Rと同様の積層構成を有している。

50

## 【0059】

次に、図1～図3を参照して、発光層を含む18の詳細な構成について説明する。図3は、発光層を含む層18の断面構成を拡大して模式的に表している。

## 【0060】

発光層を含む層18は、例えば、上記したように、有機発光素子30R、30G、30Bにより共有され、すなわち各有機発光素子30R、30G、30B間において共通の構成を有しており、所定の色(波長)の光として白色光を発生させるものである。この発光層を含む層18は、例えば、図2および図3に示したように、下部電極層16R、16G、16Bに近い側から順に、正孔輸送層181と、発光層182と、電子輸送層183とが積層された構成を有している。この発光層182は、例えば、正孔輸送層181に近い側から順に、赤色の光を発生させる赤色発光層182Rと、緑色の光を発生させる182Gと、青色の光を発生させる182Bとが積層された構成を有しており、すなわち赤色発光層182R、緑色発光層182Gおよび青色発光層182Bからそれぞれ発生した赤色の光、緑色の光および青色の光を合成することにより、結果として白色光を発生させるようになっている。

## 【0061】

正孔輸送層181は、発光層182へ注入される正孔の注入効率を高めるためのものであり、例えば、正孔注入層としての機能も兼ねている。この正孔輸送層181は、例えば、4, 4', 4"-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)または $\alpha$ -ナフチルフェニルジアミン( $\alpha$ NPD)などの正孔輸送性材料により構成されており、その厚さは約40nmである。

## 【0062】

赤色発光層182Rは、下部電極層16R、16G、16Bから正孔輸送層181を経由して注入された正孔の一部と上部電極層19から電子輸送層183を経由して注入された電子の一部とを再結合させることにより、赤色の光を発生させるものである。この赤色発光層182Rは、例えば、赤色発光材料(蛍光性または燐光性)、正孔輸送性材料、電子輸送性材料および両電荷(正孔、電子)輸送性材料を含む群のうちの少なくとも1種により構成されており、その厚さは約5nmである。この赤色発光層182Rの具体的な構成材料としては、例えば、2, 6-ビス[4'-メトキシジフェニルアミノ]スチリル-1, 5-ジシアノナフタレン(BSN)が約30重量%混合された4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ピフェニル(DPVBi)などが挙げられる。

## 【0063】

緑色発光層182Gは、赤色発光層182Rにおいて再結合されなかった正孔と電子とを再結合させることにより、緑色の光を発生させるものである。この緑色発光層182Gは、例えば、緑色発光材料(蛍光性または燐光性)、正孔輸送性材料、電子輸送性材料および両電荷輸送性材料を含む群のうちの少なくとも1種により構成されており、その厚さは約10nmである。この緑色発光層182Gの具体的な構成材料としては、例えば、クマリン6が約5重量%混合されたDPVBiなどが挙げられる。

## 【0064】

青色発光層182Bは、赤色発光層182Rや緑色発光層182Gにおいて再結合されなかった正孔と電子とを再結合させることにより、青色の光を発生させるものである。この青色発光層182Bは、例えば、青色発光材料(蛍光性または燐光性)、正孔輸送性材料、電子輸送性材料および両電荷(正孔、電子)輸送性材料を含む群のうちの少なくとも1種により構成されており、その厚さは約30nmである。この青色発光層182Bの具体的な構成材料としては、例えば、4, 4'-ビス[2, 4-(N, N-ジフェニルアミノ)フェニル]ビニル]ピフェニル(DPAVB i)が約2.5重量%混合されたDPVB iなどが挙げられる。

## 【0065】

電子輸送層183は、発光層182へ注入される電子の注入効率を高めるためのものであり、例えば、電子注入層としての機能も兼ねている。この電子輸送層183は、例えば

10

20

30

40

50

、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム ( $\text{Alq}_3$ ) により構成されており、その厚さは約20nmである。

【0066】

次に、図1～図3を参照して、有機ELディスプレイの動作について説明する。

【0067】

この有機ELディスプレイでは、図1に示したように、TFT12 (121～123) を利用して3つの有機発光素子30R, 30G, 30Bが駆動され、すなわち下部電極層16R, 16G, 16Bと上部電極層19との間にそれぞれ電圧が印加されると、図3に示したように、発光層を含む層18のうちの発光層182において、正孔輸送層181から供給された正孔と電子輸送層183から供給された電子とが再結合することにより、白色光が発生する。この白色光は、赤色発光層182Rにおいて発生した赤色の光と、緑色発光層182Gにおいて発生した緑色の光と、青色発光層182Bにおいて発生した青色の光とが合成された合成光である。

【0068】

この白色光は、図2に示したように、有機発光素子30R, 30G, 30Bから映像表示用の光Eとして有機ELディスプレイの外部へ放出される過程において、各有機発光素子30R, 30G, 30B間の共振長が互いに異なることに起因する光の干渉現象を利用して波長変換され、すなわち有機発光素子30R, 30G, 30Bにおいてそれぞれ赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBに変換される。これにより、図1に示したように、有機発光素子30R, 30G, 30Bからそれぞれ赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBが放出されるため、これらの3色の光ER, EG, EBに基づいて映像が表示される。

【0069】

なお、有機発光素子30R, 30G, 30Bから光ER, EG, EBが放出される際には、図2に示したように、各有機発光素子30R, 30G, 30Bにおいて、発光層を含む層18において発生した光が下部電極層16R, 16G, 16Bのうちの共振層612R, 162G, 162Bと上部電極層19との間で共振されるため、その光が多重干渉を起こす。これにより、最終的に有機発光素子30R, 30G, 30Bから放出される光ER, EG, EBの半値幅が減少し、色純度が向上する。

【0070】

次に、図1～図9を参照して、図1～図3に示した有機ELディスプレイの製造方法について説明する。図4～図9は有機ELディスプレイの主要部(下部電極層16R, 16G, 16B)の製造工程を説明するためのものであり、いずれも図2に対応する断面構成を表している。なお、図4～図9に示した領域SR, SG, SBは、それぞれ後工程において有機発光素子30R, 30G, 30Bが形成されることとなる領域を表している。

【0071】

以下では、まず、図1～図3を参照して、有機ELディスプレイ全体の製造工程について簡単に説明したのち、図1～図9を参照して、本発明に係る有機発光装置の製造方法が適用される有機ELディスプレイの主要部の形成工程について説明する。なお、有機ELディスプレイのうちの一連の構成要素の材質、厚さおよび構造的特徴については既に詳述したので、それらの説明を適宜省略するものとする。

【0072】

この有機ELディスプレイは、スパッタリングなどの成膜技術、フォトリソグラフィなどのパターニング技術、ならびにドライエッチングやウェットエッチングなどのエッチング技術を含む既存の薄膜プロセスを使用して製造可能である。すなわち、有機ELディスプレイを製造する際には、図1に示したように、まず、駆動用基板11の一面に、複数のTFT12 (TFT121～123) をマトリックス状にパターン形成し、引き続きTFT121～123およびその周辺の駆動用基板11を覆うように層間絶縁層13を形成したのち、各TFT121～123ごとに2組ずつ配線14をパターン形成する。続いて、配線14およびその周辺の層間絶縁層13を覆うように平坦化層15を形成することによ

10

20

30

40

50

り、後工程において有機発光素子 30R, 30G, 30B が形成されることとなる地下領域を平坦化する。続いて、平坦化層 15 上に、各 TFT 121 ~ 123 の配設位置に対応して 1 組の有機発光素子 30 (30R, 30G, 30B) をパターン形成する。具体的には、下部電極層 16R、発光層を含む層 18 および上部電極層 19 をこの順に積層させることにより有機発光素子 30R を形成し、下部電極層 16G、発光層を含む層 18 および上部電極層 19 をこの順に積層することにより有機発光素子 30G を形成し、下部電極層 16B、発光層を含む層 18 および上部電極層 19 をこの順に積層することにより有機発光素子 30B を形成する。これらの有機発光素子 30R, 30G, 30B を形成する際には、例えば、図 1 に示したように、下部電極層 16R, 16G, 16B 上を経由して連続的に延在し、各有機発光素子 30R, 30G, 30B において共有されるように発光層を含む層 18 および上部電極層 19 を形成すると共に、図 1 および図 2 に示したように、下部電極層 16R, 16G, 16B のうちの一部を構成する密着層 161R, 161G, 161B を駆動用基板 11、より具体的には駆動基板 11 を覆うように設けられた平坦化層 15 上に形成して密着させるようにする。続いて、上部電極層 19 を覆うように保護層 20 を形成することにより、駆動パネル 10 を形成する。

#### 【0073】

続いて、封止用基板 51 の一面に、有機発光素子 30R, 30G, 30B に対応して赤色領域 52R、緑色領域 52G および青色領域 52B を含むカラーフィルタ 52 を形成することにより、封止パネル 50 を形成する。

#### 【0074】

最後に、接着層 60 を使用して、駆動用基板 11 と封止用基板 51 との間に有機発光素子 30R, 30G, 30B が挟まれるように駆動パネル 10 と封止パネル 50 とを貼り合わせることに、有機 EL ディスプレイが完成する。

#### 【0075】

この有機 EL ディスプレイの主要部である下部電極層 16R, 16G, 16B を形成する際には、まず、図 4 に示したように、例えばスパッタリングを使用して、図 1 に示した駆動用基板 11、より具体的には駆動用基板 11 に設けられた平坦化層 15 を覆うように、密着層 161 (厚さ=約 20 nm) と、共振層 162 (厚さ=約 100 nm) と、第 1 のバリア層部分としてのバリア層部分 1631 (厚さ=T1) とをこの順に形成して積層させる。これらの密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 は、いずれも最終的にエッチング処理を使用してパターンニングされることにより、下部電極層 16R, 16G, 16B のそれぞれの一部を構成することとなる準備層である。密着層 161 およびバリア層部分 1631 を形成する際には、形成材料として上記した金属、金属酸化物、金属窒化物または金属化合物を使用し、例えば ITO を使用する。また、共振層 162 を形成する際には、形成材料として上記した銀や銀を含む合金を使用し、例えば銀パラジウム銅合金 (AgPdCu) を使用する。この場合には、特に、上記にて図 2 を参照して説明したように、有機発光素子 30B において光の干渉現象を利用して白色光を青色の光 EB に変換するために必要な共振長を厚さ T1 に基づいて確保し得るように、そのバリア層部分 1631 の厚さ T1 を設定する。

#### 【0076】

なお、密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 の形成条件は、例えば、以下の通りである。すなわち、スパッタリングガスとしては、密着層 161 およびバリア層部分 1631 を形成するためにアルゴン (Ar) に酸素 (O<sub>2</sub>) が 0.3% 混合された混合ガスを使用し、共振層 162 を形成するためにアルゴンガスを使用する。また、スパッタリング条件としては、いずれの場合においても圧力=約 0.5 Pa、DC 出力=約 500 W とする。

#### 【0077】

続いて、バリア層部分 1631 上にフォトリソグリスを塗布してフォトリソグリス膜 (図示せず) を形成したのち、フォトリソグラフィ処理を使用してフォトリソグリス膜をパターンニングすることにより、図 5 に示したように、バリア層部分 1631 のうち、有機発光素子

10

20

30

40

50

30Bが形成されることとなる第1の領域としての領域SB上に、例えばフォトリソ膜よりなる第1のマスクとしてのエッチングマスク71をパターン形成する。

【0078】

続いて、図5に示したように、例えばスパッタリングを使用して、エッチングマスク71およびその周辺のバリア層部分1631を覆うように、第2のバリア層部分としてのバリア層部分1632（厚さ＝T2）を形成する。このバリア層部分1632は、最終的に下部電極層16R、16Gのそれぞれの一部を構成することとなる準備層である。このバリア層部分1632を形成する際には、上記にて図2を参照して説明したように、有機発光素子30Gにおいて光の干渉現象を利用して白色光を緑色の光EGに変換するために必要な共振長を厚さ（T1＋T2）に基づいて確保し得るように、そのバリア層部分1632の厚さT2を設定する。なお、バリア層部分1632の形成材料としては、例えば、バリア層部分1631の形成材料と同様のものを使用する。

10

【0079】

続いて、図6に示したように、バリア層部分1632のうち、有機発光素子30Gが形成されることとなる第2の領域としての領域SG上に、例えばフォトリソ膜よりなる第2のマスクとしてのエッチングマスク72をパターン形成する。

【0080】

続いて、図6に示したように、例えばスパッタリングを使用して、エッチングマスク72およびその周辺のバリア層部分1632を覆うように、第3のバリア層部分としてのバリア層部分1633（厚さ＝T3）を形成する。このバリア層部分1633は、最終的に下部電極層16Rの一部を構成することとなる準備層である。このバリア層部分1633を形成する際には、上記にて図2を参照して説明したように、有機発光素子30Rにおいて光の干渉現象を利用して白色光を赤色の光ERに変換するために必要な共振長を厚さ（T1＋T2＋T3）に基づいて確保し得るように、そのバリア層部分1633の厚さT3を設定する。なお、バリア層部分1633の形成材料としては、例えば、バリア層部分1631、1632の形成材料と同様のものを使用する。

20

【0081】

続いて、図7に示したように、バリア層部分1633のうち、有機発光素子30Rが形成されることとなる第3の領域としての領域SR上に、例えばフォトリソ膜よりなる第3のマスクとしてのエッチングマスク73をパターン形成する。

30

【0082】

続いて、一連のエッチングマスク71～73を使用し、密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633を連続的にエッチングしてパターンニングすることにより、図8に示したように、密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633のうち、エッチングマスク71～73により被覆されていた部分以外の部分を選択的に除去する。このエッチング処理により、密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633が各領域SR、SG、SBごとに分離され、具体的には、領域SBにおいて密着層161、共振層162およびバリア層部分1631の3層構造が残存し、領域SGにおいて密着層161、共振層162およびバリア層部分1631、1632の4層構造が残存し、領域SRにおいて密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633の5層構造が残存する。なお、エッチング処理時には、エッチングマスク71～73自体もエッチングされるため、それらのエッチングマスク71～73の厚さが目減りする。

40

【0083】

最後に、エッチングマスク71～73を除去することにより、図9に示したように、上記した密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633の残存構造により、図2に示した下部電極層16R、16G、16Bが完成する。具体的には、青色の光EBを放出する有機発光素子30Bが形成されることとなる領域SBでは、密着層161B、共振層162Bおよびバリア層163B（163B1）が積層された積層構造を有する下部電極層16Bが形成され、このバリア層163Bは、バリア層部分1631（パ

50

リア層 163B1) よりなる単層構造として形成される。また、緑色の光 E<sub>G</sub> を放出する有機発光素子 30G が形成されることとなる領域 SG では、密着層 161G、共振層 162G およびバリア層 163G が積層された積層構造を有する下部電極層 16G が形成され、このバリア層 163G は、バリア層部分 1631 (下部バリア層 163G1)、1632 (上部バリア層 163G2) よりなる 2 層構造として形成される。さらに、赤色の光 E<sub>R</sub> を放出する有機発光素子 30R が形成されることとなる領域 SR では、密着層 161R、共振層 162R およびバリア層 163R が積層された積層構造を有する下部電極層 16R が形成され、このバリア層 163R は、バリア層部分 1631 (下部バリア層 163R1)、1632 (中間バリア層 163R2)、1633 (上部バリア層 163R3) よりなる 3 層構造として形成される。

【0084】

なお、上記した厚さ T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub> は、最終的に有機発光素子 30R、30G、30B においてそれぞれ赤色の光 E<sub>R</sub>、緑色の光 E<sub>G</sub> および青色の光 E<sub>B</sub> を放出させることが可能な限り、自由に設定可能である。一例を挙げれば、発光層を含む層 18 の総厚=約 40nm~70nm の場合には、T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>=約 2nm~100nm である。より具体的な例を挙げれば、発光層を含む層 18 の総厚=約 50nm~60nm の場合には、T<sub>1</sub>=約 2nm~20nm、(T<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>)=約 20nm~50nm、(T<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>+T<sub>3</sub>)=約 50nm~80nm である。参考までに、例えば、図 1 に示した補助配線 40 は、有機発光素子 30R と形成手順と同様の手順を経て、並列的に形成可能である。

【0085】

本実施の形態に係る有機 E<sub>L</sub> ディスプレイでは、図 1 および図 2 に示したように、有機発光素子 30R、30G、30B のうちの下部電極層 16R、16G、16B が、駆動用基板 11 に近い側から順に密着層 161R、161G、161B、共振層 162R、162G、162B およびバリア層 163R、163G、163B が積層された構成を有し、これらのバリア層 163R、163G、163B の厚さ DR、DG、DB が各有機発光素子 30R、30G、30B 間において互いに異なるようにしたので (DR>DG>DB)、例えば、「有機 E<sub>L</sub> ディスプレイの動作」として上記したように、厚さ DR、DG、DB 間の差異に基づく有機発光素子 30R、30G、30B 間の共振長の差異に起因した光の干渉現象を利用して、発光層を含む層 18 においた発生した白色光を 3 色の光、すなわち赤色の光 E<sub>R</sub>、緑色の光 E<sub>G</sub> および青色の光 E<sub>B</sub> に変換することが可能となる。したがって、本実施の形態では、これらの 3 色の光 E<sub>R</sub>、E<sub>G</sub>、E<sub>B</sub> を利用して映像を表示することができる。

【0086】

特に、本実施の形態では、上記した表示機構を構築可能な構造的特徴に基づき、上記「背景技術」の項において説明した従来の有機 E<sub>L</sub> ディスプレイとは異なり、以下で説明するように、表示性能面および製造可能性面の双方において利点を有する。

【0087】

すなわち、製造可能性面に関しては、3 色 (R、G、B) の光を放出するために、各色の光を別々に発生可能な 3 種類の発光層を利用する構造的要因に起因して、これらの 3 種類の発光層を蒸着する際にメタルマスクを使用して塗り分けが必要であった従来の有機 E<sub>L</sub> ディスプレイとは異なり、図 2 に示したように、3 色の光 E<sub>R</sub>、E<sub>G</sub>、E<sub>B</sub> を放出するために単色の光 (白色光) を発生可能な 1 種類の発光層 182 を利用し、すなわち各有機発光素子 30R、30G、30B 間において発光層 182 が共通化しており、メタルマスクを使用して発光層 182 を塗り分ける必要がないため、ディスプレイサイズの大規模化を図ることが可能である。

【0088】

一方、表示性能面に関しては、白色光を発生させる発光層を利用した上で、色変換用の高濃度かつ厚めのカラーフィルタのみを利用して白色光を 3 色 (R、G、B) の光に変換していた従来の有機 E<sub>L</sub> ディスプレイとは異なり、カラーフィルタのみを使用して色変換を行う代わりに、図 1 および図 2 に示したように、カラーフィルタ 52 と共に、上記した

10

20

30

40

50

厚さDR、DG、DB間の差異に基づく有機発光素子30R、30G、30B間の共振長の差異に起因した光の干渉現象を併用して白色光を3色の光ER、EG、EBに変換しているため、カラーフィルタ52が低濃度かつ薄めで済む。この結果、色変換時にカラーフィルタ52の光吸収に起因して光の利用損失が大きくなることを防止し、すなわち光の利用効率を確保することが可能である。

#### 【0089】

したがって、本実施の形態では、表示性能面および製造可能性面の双方において利点を有することが可能になるため、表示性能の確保と製造可能性の確保とを両立することができる。この場合には、特に、製造面において、メタルマスクを使用した発光層182の塗り分けが不要となる点に基づき、その塗り分け作業時にパーティクルが混入して発光層182に欠陥が生じることを防止することもできる。

#### 【0090】

また、本実施の形態では、有機発光素子30R、30G、30Bがそれぞれ共振層162R、162G、162Bを含み、これらの共振層162R、162G、162Bと上部電極層19との間で光を共振させる共振構造を有するようにしたので、「有機ELディスプレイの動作」として上記したように、光ER、EG、EBの色純度が向上する。したがって、各光ER、EG、EBのいずれに関しても高ピーク強度および狭波長幅の良質なスペクトルを確保し、色再現性に優れた映像を表示することができる。この場合には、特に、高反射性の銀または銀を含む合金を使用して共振層162R、162G、162Bを構成すれば、共振される光の利用効率が高まるため、表示性能をより向上させることができる。

#### 【0091】

また、本実施の形態では、バリア層163R、163G、163Bが上記したように有機発光素子30R、30G、30B間において共振長に差異を設ける機能を果たす上、共振層162R、162G、162Bを保護する機能も果たすため、それらの共振層162R、162G、162Bが大気中の酸素や硫黄成分と反応して酸化または腐食したり、あるいは有機ELディスプレイの製造工程中において使用された薬液などと反応して腐食することを防止することができる。

#### 【0092】

また、本実施の形態では、下部電極層16R、16G、16Bが平坦化層15との密着性を高めるための密着層161R、161G、161Bを含んで構成されているため、これらの下部電極層16R、16G、16Bを平坦化層15に強固に固定することができる。

#### 【0093】

また、本実施の形態では、共振層162R、162G、162Bよりも仕事関数が高い材料を使用してバリア層163R、163G、163Bを構成したので、発光層182への正孔の注入量を増加させることができる。

#### 【0094】

本実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法では、バリア層163R、163G、163Bの厚さDR、DG、DBが各有機発光素子30R、30G、30B間において互いに異なるような特徴的な構成を有する下部電極層16R、16G、16Bを形成するために、既存の薄膜プロセスしか使用せず、新規かつ煩雑な製造プロセスを使用しない。しかも、その既存の薄膜プロセスのみを使用した上で、下部電極層16R、16G、16Bを継続的に再現性よく形成することが可能である。したがって、本実施の形態では、下部電極層16R、16G、16Bを備えた有機ELディスプレイを容易かつ安定に製造することができる。

#### 【0095】

##### 【第2の実施の形態】

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

#### 【0096】

10

20

30

40

50

本実施の形態に係る表示装置としての有機ＥＬディスプレイは、下部電極層１６Ｒ、１６Ｇ、１６Ｂの形成工程が異なる点を除いて、上記第１の実施の形態において説明した有機ＥＬディスプレイの構成（図１～図３）と同様の構成を有しており、その有機ＥＬディスプレイの製造工程と同様の製造工程を使用して製造可能である。この有機ＥＬディスプレイでは、特に、例えば、下部電極層１６Ｒ、１６Ｇ、１６Ｂのうちのバリア層１６３Ｒ、１６３Ｇ、１６３Ｂを高精度に形成するために、バリア層部分１６３１が酸化錫（ $\text{SnO}_2$ ）または酸化クロム（ $\text{CrO}$ ）により構成され、バリア層部分１６３２がITOにより構成され、バリア層部分１６３３がIZOにより構成されているのが好ましい。

【００９７】

図１０～図１７は有機ＥＬディスプレイのうちの下部電極層１６Ｒ、１６Ｇ、１６Ｂの製造工程を説明するためのものであり、いずれも図２に対応する断面構成を表している。なお、図１０～図１７では、上記第１の実施の形態において説明した構成要素と同一の要素に同一の符号を付している。

【００９８】

下部電極層１６Ｒ、１６Ｇ、１６Ｂを形成する際には、まず、図１０に示したように、例えばスパッタリングを使用して、平坦化層１５を覆うように、密着層１６１（厚さ＝約２０nm）と、共振層１６２（厚さ＝約１００nm）と、第１のバリア層部分としてのバリア層部分１６３１（厚さ＝ $T_1$ ）と、第２のバリア層部分としてのバリア層部分１６３２（厚さ＝ $T_2$ ）と、第３のバリア層部分としてのバリア層部分１６３３（厚さ＝ $T_3$ ）とをこの順に形成して積層させる。密着層１６１およびバリア層部分１６３１～１６３３の形成材料としては、いずれに關しても上記第１の実施の形態において説明した金属、金属酸化物、金属窒化物または金属化合物を使用し、例えば、密着層１６１およびバリア層部分１６３２としてITO、バリア層部分１６３１として酸化錫（ $\text{SnO}_2$ ）、バリア層部分１６３３としてIZOをそれぞれ使用する。また、共振層１６２の形成材料としては、上記第１の実施の形態において説明した銀や銀を含む合金を使用し、例えば銀パラジウム銅合金（ $\text{AgPdCu}$ ）を使用する。このバリア層部分１６３１～１６３３を形成する際には、上記にて図２を参照して説明したように、有機発光素子３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂにおいてそれぞれ光の干渉現象を利用して白色光を赤色の光ER、緑色の光EGおよび青色の光EBに変換するために必要な共振層を確保し得るように、厚さ $T_1$ ～ $T_3$ をそれぞれ設定する。特に、ITOよりなるバリア層部分１６３２を形成する際には、例えば、後工程においてIZOよりなるバリア層部分１６３３をウェットエッチングする際に、バリア層部分１６３２がエッチング処理の進行を停止させるストップ層として機能し得るように、そのバリア層部分１６３２を高温度で成膜するか、あるいは成膜後にアニールし、結晶化させる。なお、スパッタリングを使用して密着層１６１、共振層１６２、バリア層部分１６３１～１６３３を形成して積層させる際には、例えば、これらの一連の層を同一の真空環境中において連続的に形成する。

【００９９】

なお、密着層１６１、共振層１６２およびバリア層部分１６３１～１６３３の形成条件は、例えば、以下の通りである。すなわち、スパッタリングガスとしては、密着層１６１およびバリア層部分１６３２を形成するためにアルゴン（Ar）に酸素（ $\text{O}_2$ ）が０．３％混合された混合ガスを使用し、共振層１６２を形成するためにアルゴンガスを使用し、バリア層部分１６３１を形成するためにアルゴン（Ar）に酸素（ $\text{O}_2$ ）が０．５％混合された混合ガスを使用し、バリア層部分１６３３を形成するためにアルゴン（Ar）に酸素（ $\text{O}_2$ ）が１．０％混合された混合ガスを使用する。また、スパッタリング条件としては、いずれの場合においても圧力＝約０．５Pa、DC出力＝約５００Wとする。

【０１００】

続いて、図１１に示したように、バリア層部分１６３３のうち、有機発光素子３０Ｒが形成されることとなる第１の領域としての領域SR上に、例えばフォトリソ膜よりなる第１のマスクとしてのエッチングマスク８１をパターン形成する。

【０１０１】

10

20

30

40

50



続いて、エッチングマスク 81 と共にウェットエッチングを使用し、バリア層部分 1633 をエッチングしてパターンニングすることにより、図 12 に示したように、バリア層部分 1633 のうち、エッチングマスク 81 により被覆されていた部分以外の部分を選択的に除去し、領域 SR にバリア層部分 1633 を残存させると共に、その領域 SB の周辺領域にバリア層部分 1632 を露出させる。このウェットエッチング処理を行う際には、エッチャントとして、例えば、リン酸 ( $H_3PO_4$ ) と硝酸 ( $HNO_3$ ) と酢酸 ( $CH_3COOH$ ) との混酸、あるいはシュウ酸 ( $C_2H_2O_4$ ) を使用する。このウェットエッチング処理時には、上記したように、エッチャントに対して耐性を有する結晶化 ITO よりなるバリア層部分 1632 がストップ層として機能し、バリア層部分 1633 のエッチングが完了した時点でエッチング処理の進行が停止するため、そのエッチング処理がバリア層部分 1632 まで及ぶことが防止される。

10

#### 【0102】

続いて、図 13 に示したように、バリア層部分 1632 の露出面のうち、有機発光素子 30G が形成されることとなる第 2 の領域としての領域 SG 上に、例えばフォトリソレジスト膜よりなる第 2 のマスクとしてのエッチングマスク 82 をパターン形成する。なお、エッチングマスク 82 を形成する際には、例えば、必要に応じて、エッチングマスク 82 を形成する前に使用済みのエッチングマスク 81 を一旦除去したのち、そのエッチングマスク 82 を形成すると同時にエッチングマスク 81 を改めて形成し直すようにする。

#### 【0103】

続いて、エッチングマスク 81、82 と共にウェットエッチングを使用し、バリア層部分 1632 をエッチングしてパターンニングすることにより、図 14 に示したように、バリア層部分 1632 のうち、エッチングマスク 81、82 により被覆されていた部分以外の部分を選択的に除去し、領域 SR、SG にバリア層部分 1632 を残存させると共に、それらの領域 SR、SG の周辺領域にバリア層部分 1631 を露出させる。このウェットエッチング処理を行う際には、エッチャントとして、例えば、塩酸 ( $HCl$ )、塩酸を含む酸、あるいはフッ酸と硝酸との混酸を使用する。このウェットエッチング処理時には、上記したバリア層部分 1632 と同様に、エッチャントに対して耐性を有する酸化錫よりなるバリア層部分 1631 がストップ層として機能し、バリア層部分 1632 のエッチングが完了した時点でエッチング処理の進行が停止するため、そのエッチング処理がバリア層部分 1631 まで及ぶことが防止される。

20

30

#### 【0104】

続いて、図 15 に示したように、バリア層部分 1631 の露出面のうち、有機発光素子 30B が形成されることとなる第 3 の領域としての領域 SB 上に、例えばフォトリソレジスト膜よりなる第 3 のマスクとしてのエッチングマスク 83 をパターン形成する。なお、エッチングマスク 83 を形成する際には、例えば、必要に応じて、エッチングマスク 83 を形成する前に使用済みのエッチングマスク 81、82 を一旦除去したのち、そのエッチングマスク 83 を形成すると同時にエッチングマスク 81、82 を改めて形成し直すようにする。

#### 【0105】

続いて、エッチングマスク 81～83 と共にドライエッチングを使用し、密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 を連続的にエッチングしてパターンニングすることにより、図 16 に示したように、密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 のうち、エッチングマスク 81～83 により被覆されていた部分以外の部分を選択的に除去する。このエッチング処理により、密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 が各領域 SR、SG、SB ごとに分離され、具体的には、領域 SR において密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631～1633 よりなる 5 層構造が残存し、領域 SG において密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631、1632 よりなる 4 層構造が残存し、領域 SB において密着層 161、共振層 162 およびバリア層部分 1631 よりなる 3 層構造が残存する。なお、エッチング処理時には、エッチングマスク 81～83 自体もエッチングされるため、それらのエッチングマスク 81～

40

50

83の厚さが目減りする。

#### 【0106】

最後に、エッチングマスク81～83を除去することにより、図17に示したように、上記した密着層161、共振層162およびバリア層部分1631～1633の残存構造により、上記第1の実施の形態において図9に示した場合と同様に、図2に示した下部電極層16R、16G、16Bが完成する。

#### 【0107】

本実施の形態に係る有機ELディスプレイの製造方法においても、既存の薄膜プロセスのみを使用して下部電極層16R、16G、16Bを継続的に再現性よく形成することが可能であるため、上記第1の実施の形態と同様に、有機ELディスプレイを容易かつ安定に製造することができる。

#### 【0108】

特に、本実施の形態では、エッチャントに対して互いに異なる耐性を有する材料を使用してバリア層部分1631～1633を形成し、具体的には、バリア層部分1633をウェットエッチングするためのエッチャントに対して耐性を有する材料を使用してバリア層部分1632を形成すると共に、同様にバリア層部分1632をウェットエッチングするためのエッチャントに対して耐性を有する材料を使用してバリア層部分1631を形成するようにしたので、バリア層部分1633をエッチングする際にバリア層部分1632がエッチング処理を停止させるためのストップ層として機能すると共に、同様にバリア層部分1632をエッチングする際にバリア層部分1631がストップ層として機能する。したがって、エッチング処理が不必要な箇所まで及ぶことを防止することが可能になるため、下部電極層16R、16G、16Bを高精度に形成することができる。

#### 【0109】

また、本実施の形態では、スパッタリングを使用して密着層161、共振層162、バリア層部分1631～1633を形成して積層させる際に、これらの一連の層を同一の真空環境において連続的に形成するようにしたので、これらの一連の層を複数の真空環境中、すなわち真空環境と大気圧環境とを経由しながら形成する場合とは異なり、各層間に大気圧環境中の異物が混入することを防止し、その各層間の界面を清浄に保つことができる。

#### 【0110】

なお、本実施の形態に係る有機ELディスプレイに関する動作、作用および効果は、上記第1の実施の形態と同様である。

#### 【0111】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、それらの実施の形態と同様の効果を得ることが可能な限りにおいて自由に変形可能である。

#### 【0112】

具体的には、例えば、上記各実施の形態では、図3に示したように、発光層182において白色光を発生させるために、その発光層182を赤色発光層182R、緑色発光層182Gおよび青色発光層182Bが積層された3層構造として構成したが、必ずしもこれに限られるものではなく、白色光を発生させることが可能な限りにおいて、発光層182の構成は自由に変更可能である。この発光層182に関する上記した3層構造以外の構造としては、例えば、(1)白色光を発生可能な白色発光材料を使用した単層構造や、(2)赤色発光材料、緑色発光材料および青色発光材料が混合された混合材料を使用した単層構造や、(3)赤色発光材料および緑色発光材料が混合された混合材料よりなる混合発光層と、緑色発光材料および青色発光材料が混合された混合材料よりなる他の混合発光層とが積層された2層構造などが挙げられる。これらのいずれの場合においても、上記各実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0113】

また、上記各実施の形態では、発光層182において白色光を発生させるようにしたが

10

20

30

40

50

、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、各有機発光素子 30R、30G、30B 間の共振長の差異を利用して発光層 182 において発生した光を 3 色の光 ER、EG、EB に変換することが可能な限り、発光層 182 において発生させる光の色は自由に変更可能である。この場合においても、上記各実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0114】

また、上記各実施の形態では、各有機発光素子 30R、30G、30B を構成するバリア層 163R、163G、163B の厚さ DR、DG、DB の間に  $DR > DG > DB$  の関係が成立している場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、上記各実施の形態と同様の効果を得ることが可能な限り、厚さ DR、DG、DB の間の関係は自由に変更可能である。この点に関してより詳細に説明すれば、上記各実施の形態において説明した  $DR > DG > DB$  の関係は、一連の数式（数 2～数 4）中の  $mR$ 、 $mG$ 、 $mB$  の間に  $mR = mG = mB$  の関係（例えば  $mR = mG = mB = 0$ ）が成立している場合に成立するものであり、これらの  $mR$ 、 $mG$ 、 $mB$  の値の設定によっては厚さ DR、DG、DB 間の関係が変更し得る。一例を挙げれば、 $mR$ 、 $mG$ 、 $mB$  の間に  $mR (=mG) \neq mB$  の関係（例えば  $mR = mG = 0$ 、 $mB = 1$ ）の関係が成立している場合には、厚さ DR、DG、DB の間に  $DB > DR > DG$  の関係が成立することとなる。この場合には、特に、最も厚いバリア層 163B の厚さが約 100 nm 以上となり得る。

#### 【0115】

また、上記各実施の形態では、図 1 および図 2 に示したように、本発明をトップエミッション型の有機 EL ディスプレイに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、図 18 および図 19 に示したように、本発明をボトムエミッション型の有機 EL ディスプレイに適用するようにしてもよい。図 18 はボトムエミッション型の有機 EL ディスプレイの断面構成を表しており、図 19 は図 18 に示した有機 EL ディスプレイを構成する有機発光素子 30R、30G、30B および補助配線 40 の断面構成を拡大して模式的に表している。この有機 EL ディスプレイは、主に、図 18 に示したように、(1) TFT 12 (121～123) が有機発光素子 30 (30R、30G、30B) の配設位置に対応しないようにずれて配置され、(2) カラーフィルタ 52 が駆動用基板 11 と TFT 12 および層間絶縁層 13 との間に配設されていると共に、図 19 に示したように、(3) 共振層 162R、162G、162B の厚さが上部電極層 19 の厚さよりも薄くなっている点を除き、図 1 に示したトップエミッション型の有機 EL ディスプレイとほぼ同様の構成を有している。この有機 EL ディスプレイでは、有機発光素子 30R、30G、30B は、共振層 162R、162G、162B と上部電極層 19 との間で共振させた光 ER、EG、EB を下部電極層 16R、16G、16B を経由して放出するようになっている。この場合の共振層 162R、162G、162B の厚さは約 1 nm～50 nm であり、上部電極層 19 の厚さは約 100 nm～300 nm である。なお、ボトムエミッション型の有機 EL ディスプレイでは、例えば、図 18 に示したように保護層 20、接着層 60 および封止パネル 50（封止用基板 51）を備える代わりに、脱酸素材を含む中空構造の封止キャップを備える場合もある。このボトムエミッション型の有機 EL ディスプレイにおいても、上記各実施の形態において説明したトップエミッション型の有機 EL ディスプレイと同様の効果を得ることができる。

#### 【0116】

また、上記各実施の形態では、本発明の有機発光装置を表示装置としての有機 EL ディスプレイに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、本発明の有機発光装置を有機 EL ディスプレイ以外の他の表示装置に適用するようにしてもよい。もちろん、本発明の有機発光装置は、例えば、表示装置以外の他の装置にも適用することが可能である。この「表示装置以外の他の装置」としては、例えば、照明装置などが挙げられる。これらの場合においても、上記各実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0117】

10

20

30

40

本発明に係る有機発光装置およびその製造方法、ならびに有機発光装置を備えた表示装置は、例えば、有機ＥＬディスプレイおよびその製造方法に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１１８】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係る有機ＥＬディスプレイの断面構成を表す断面図である。

【図２】図１に示した有機発光素子および補助配線の断面構成を拡大して模式的に表す断面図である。

【図３】図２に示した発光層を含む層の断面構成を拡大して模式的に表す断面図である。

【図４】本発明の第１の実施の形態に係る有機ＥＬディスプレイの製造工程を説明するための断面図である。

10

【図５】図４に続く工程を説明するための断面図である。

【図６】図５に続く工程を説明するための断面図である。

【図７】図６に続く工程を説明するための断面図である。

【図８】図７に続く工程を説明するための断面図である。

【図９】図８に続く工程を説明するための断面図である。

【図１０】本発明の第２の実施の形態に係る有機ＥＬディスプレイの製造工程を説明するための断面図である。

【図１１】図１０に続く工程を説明するための断面図である。

【図１２】図１１に続く工程を説明するための断面図である。

20

【図１３】図１２に続く工程を説明するための断面図である。

【図１４】図１３に続く工程を説明するための断面図である。

【図１５】図１４に続く工程を説明するための断面図である。

【図１６】図１５に続く工程を説明するための断面図である。

【図１７】図１６に続く工程を説明するための断面図である。

【図１８】有機ＥＬディスプレイの構成に関する変形例を説明するための断面図である。

【図１９】図１８に示した有機発光素子および補助配線の断面構成を拡大して模式的に表す断面図である。

【符号の説明】

【０１１９】

30

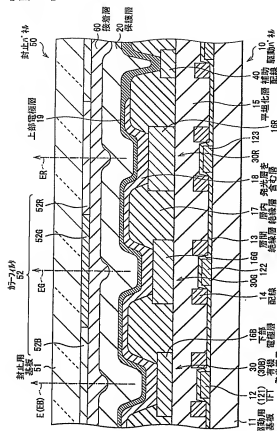
１０…駆動パネル、１１…駆動用基板、１２（１２１～１２３）…ＴＦＴ、１３…層間絶縁層、１４…配線、１５…平坦化層、１６Ｒ、１６Ｇ、１６Ｂ…下部電極層、１７…層間絶縁層、１８…発光層を含む層、１９…上部電極層、２０…保護層、３０（３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂ）…有機発光素子、４０…補助配線、５０…封止パネル、５１…封止用基板、５２…カラーフィルタ、５２Ｒ…赤色領域、５２Ｇ…緑色領域、５２Ｂ…青色領域、６０…接着層、１６１、１６１Ｒ、１６１Ｇ、１６１Ｂ…密着層、７１～７３、８１～８３…エッチングマスク、１６２、１６２Ｒ、１６２Ｇ、１６２Ｂ…共振層、１６３Ｒ（１６３Ｒ１）、１６３Ｇ、１６３Ｂ…バリア層、１６３Ｇ１、１６３Ｂ１…下部バリア層、１６３Ｂ２…中間バリア層、１６３Ｇ２、１６３Ｂ３…上部バリア層、１８１…正孔輸送層、１８２…発光層、１８２Ｒ…赤色発光層、１８２Ｇ…緑色発光層、１８２Ｂ…青色発光層、１８３…電子輸送層、１６３１～１６３３…バリア層部分、ＤＲ、ＤＧ、ＤＢ、ＨＲ、ＨＧ、ＨＢ…厚さ、Ｅ…光（映像表示用の光）、ＥＲ…赤色の光、ＥＧ…緑色の光、ＥＢ…青色の光、ＬＲ、ＬＧ、ＬＢ…光学的距離、ＰＲ１、ＰＧ１、ＰＢ１、ＰＲ２、ＰＧ２、ＰＢ２…端面、ＳＲ、ＳＧ、ＳＢ…領域。

40

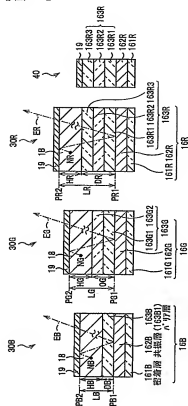
10

20

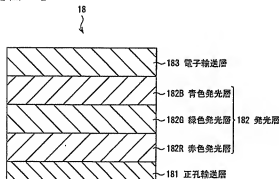
【図 1】



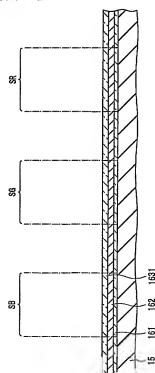
【図 2】



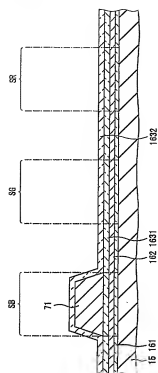
【図 3】



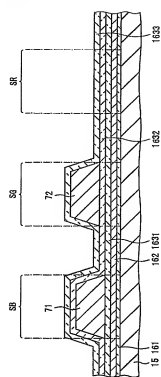
【図 4】



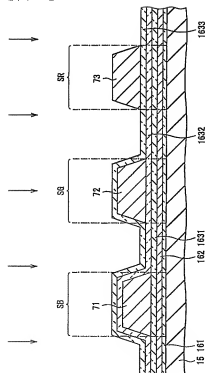
【図 5】



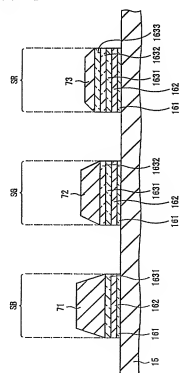
【図 6】



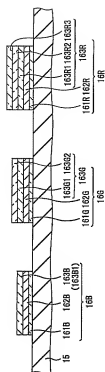
【図 7】



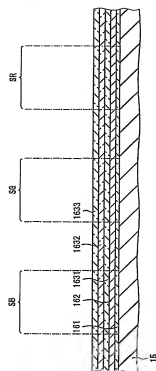
【図 8】



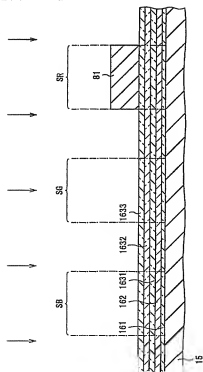
【図 9】



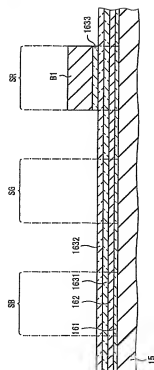
【図 10】



【図 11】

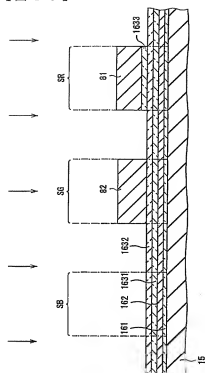


【図 12】

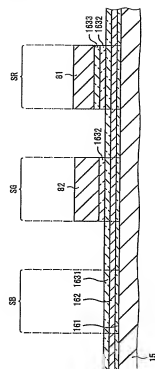




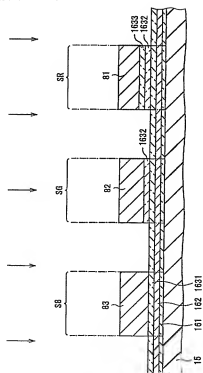
【図 13】



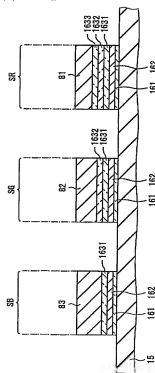
【図 14】



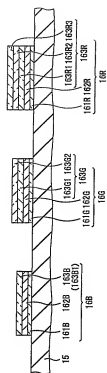
【図 15】



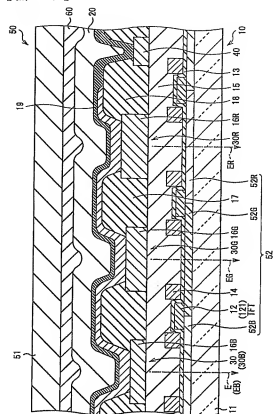
【図 16】



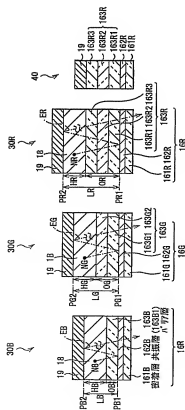
【図 17】



【図 18】



【図 19】



---

フロントページの続き(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 B 33/24

F I

H 0 5 B 33/22

Z

デーマコード (参考)

H 0 5 B 33/24

【要約の続き】